

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 08047109  
PUBLICATION DATE : 16-02-96

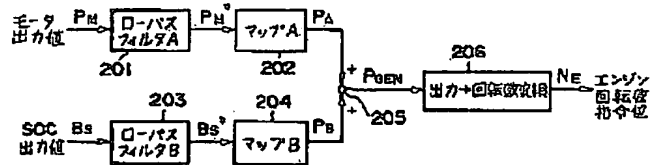
APPLICATION DATE : 05-08-94  
APPLICATION NUMBER : 06184391

APPLICANT : TOYOTA MOTOR CORP;

INVENTOR : YAMAOKA MASAOKI;

INT.CL. : B60L 11/12 F02D 29/06 H02P 9/04

TITLE : GENERATION CONTROLLING  
METHOD FOR SERIES HYBRID  
VEHICLE



ABSTRACT : PURPOSE: To improve an SOC, fuel cost, emission, drive feeling, etc.

CONSTITUTION: A method for controlling the generation of a series hybrid vehicle comprises the steps of (201) low-frequency filtering a motor output PM, (202) deciding a target generating energy PA to furnish the motor output PM on the basis of the obtained low-frequency component PM\*, (203) low-frequency filtering BS of SOC of a battery, (204) deciding a target generating energy PB for maintaining and managing BS on the basis of the obtained low-frequency component BS, (206) converting the target generating energy  $P_{GEN}=PA+PB$  into engine number-of-revolutions command value NE, and controlling the generating energy and the engine number-of-revolutions on the basis of the NE.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-47109

(43) 公開日 平成8年(1996)2月16日

(51) Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

B 6 0 L 11/12

F 0 2 D 29/06

H 0 2 P 9/04

D

L

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平6-184391

(22) 出願日

平成6年(1994)8月5日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 山岡 正明

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 弁理士 吉田 研二 (外2名)

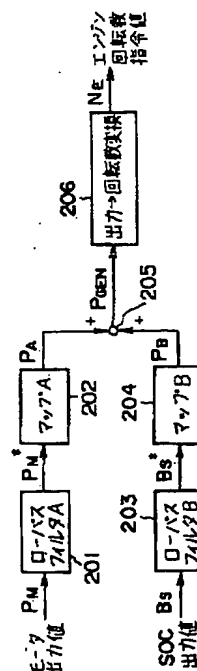
(54) 【発明の名称】 シリーズハイブリッド車における発電制御方法

(57) 【要約】

【目的】 SOC、燃費、エミッション、ドライブフィーリング等を改善する。

【構成】 モータ出力  $P_M$  を低域通過濾波し (201)、得られた低周波成分  $P_M^*$  に基づき、モータ出力  $P_M$  を賄うための目標発電量  $P_A$  を決定する (202)。電池の SOC である  $B_s$  を低域通過濾波し (203)、得られた低周波成分  $B_s^*$  に基づき、 $B_s$  を維持管理するための目標発電量  $P_B$  を決定する (204)。目標発電量  $P_{GEN} = P_A + P_B$  をエンジン回転数指令値  $N_E$  に変換し (206)  $N_E$  に基づき発電量及びエンジン回転数を制御する。

第1実施例における発電機 ECU の機能



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 エンジン、エンジンにより駆動される発電機、発電機の出力により充電可能な電池、並びに発電機の出力及び電池の放電出力により駆動可能なモータを搭載するシリーズハイブリッド車において、モータの出力変化の低周波成分を検出しこの低周波成分に基づき目標発電量を決定するステップと、電池の充電状態変化の低周波成分を検出しこの低周波成分に基づき目標発電量を修正するステップと、発電機の出力が目標発電量となるようエンジンの回転数を制御するステップと、

を有し、エンジンの回転数の制御によって、モータの出力を発電機の出力により賄うと共に電池の充電状態を所定範囲内に制御しながら、エンジンの回転数変化を抑制することを特徴とする発電制御方法。

【請求項 2】 請求項 1 記載の発電制御方法において、モータが停止した時点の充電状態から電池の充電状態変化の低周波成分を検出することを特徴とする発電制御方法。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 記載の発電制御方法において、モータの出力変化の低周波成分を検出する際の遮断周波数に比べ、電池の充電状態変化の低周波成分を検出する際の遮断周波数が低いことを特徴とする発電制御方法。

【請求項 4】 請求項 1 乃至 3 記載の発電制御方法において、

モータの出力変化の低周波成分を検出する際の遮断周波数を、モータの出力変化が急峻である場合には高くし、緩慢である場合には低くするステップを有することを特徴とする発電制御方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、エンジン、発電機、電池及びモータを搭載するシリーズハイブリッド車（SHV）に関し、特にその発電制御方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 電気自動車の 1 種として走行用モータの他にエンジンを搭載したシステム構成が知られている。この種の構成はハイブリッド車と呼ばれる。ハイブリッド車のうち、エンジンにより発電機を駆動しその発電出力及び電池の放電出力を走行用モータの駆動電力として使用する構成を、SHV と呼ぶ。SHV においては、発電機の出力がモータの駆動及び電池の充電に使用される。

【0003】 SHV に搭載される発電機を制御するに当たっては、いくつかの基本的要請が提示されている。第 1 の要請は、電池の充電状態（SOC）を所定の範囲内に収める又は所定値に維持するという要請である。従来から、鉛電池等の寿命を延長する手段として SOC を所

定範囲内に収めることが知られており、また電池の充放電による損失を防ぐことで車両全体の電力効率を改善できることが知られている。SHV においてはモータの回生電力や外部電力の他に発電機の出力によっても電池を充電できるから、原理的にはこの要請に応え電池の寿命を延長することができる。

【0004】 第 2 の要請は、エンジンのエミッションや燃費を劣化させないという要請である。SHV に搭載されるエンジンは、通常、エミッションや燃費が良好となるようスロットル全開（WOT）にて運転されているが、WOT 運転している場合であってもエンジン回転数が急激に変化するとこの変化に応じてエミッションや燃費が悪化する。従って、発電機出力を制御するに当たっては、発電機出力の変化に伴うエンジン回転数の変化を抑制し比較的緩慢な変化とすることにより、エミッションや燃費の劣化を防止乃至抑制することが求められる。

【0005】 第 3 の要請は、アクセル操作とエンジン回転数の変化を一致させるという要請である。ガソリン車等、エンジンのみを搭載する車両が広く普及している今日では、アクセルを踏んでいないのにエンジン回転数が高まっていくとか、車両が停止しているのにエンジンが高速回転しているとかいった現象が現れると、操縦者には違和感が生じる。このような違和感を解消すべく、アクセル操作、従ってモータトルクの変化とエンジン回転数の変化をほぼ一致させることが要求されている。

【0006】 本願出願人は、特願平 5-29085 号にて、各周期におけるモータ出力の時間平均を逐次求め、ある周期の発電機出力をその前の周期の平均モータ出力に応じて制御する方法を提案している。この方法によれば、モータ出力の時間変化が平均演算により平滑されるため、発電機出力の変化に伴うエンジン回転数の変化を緩慢にすることができ、第 2 の要請に応えることができる。さらに、瞬時のモータ出力と平均モータ出力の差に相当する分は電池の充放電により賄われることになるが、平均モータ出力に基づき発電機出力が制御されているため、電池の充放電を抑制し第 1 の要請に応えることができる。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、本願出願人が先に提案している方法には、第 3 の要請に関する問題がある。すなわち、前の周期で求めた平均モータ出力を用いて次の周期の発電機出力を制御しているため遅れが生じ、その結果、アクセル操作からやや遅れて発電機出力、すなわちエンジン回転数が変化することになり、ドライブフィーリング上違和感が生じる。

【0008】 本発明は、このような問題点を解決することを課題としてなされたものであり、モータ出力の変化をより迅速に発電制御に反映させることによりドライブフィーリングを改善すると共に、第 1 乃至第 3 の要請全てに応えることが可能な発電制御を実現することを目的

とする。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成するために、本発明の発電制御方法は、エンジン、エンジンにより駆動される発電機、発電機の出力により充電可能な電池、並びに発電機の出力及び電池の放電出力により駆動可能なモータを搭載するSHVにおいて、モータの出力変化の低周波成分を検出しこの低周波成分に基づき目標発電量を決定するステップと、電池のSOC変化の低周波成分を検出しこの低周波成分に基づき目標発電量を修正するステップと、発電機の出力が目標発電量となるようエンジンの回転数を制御するステップと、を有し、エンジンの回転数の制御によって、モータの出力を発電機の出力により賄うと共に電池のSOCを所定範囲内に制御しながら、エンジンの回転数変化を抑制することを特徴とする。

【0010】本発明は、また、モータが停止した時点のSOCから電池のSOC変化の低周波成分を検出することを特徴とする。

【0011】本発明は、さらに、モータの出力変化の低周波成分を検出する際の遮断周波数に比べ、電池のSOC変化の低周波成分を検出する際の遮断周波数が低いことを特徴とする。

【0012】本発明は、そして、モータの出力変化の低周波成分を検出する際の遮断周波数を、モータの出力変化が急峻である場合には高くし、緩慢である場合には低くするステップを有することを特徴とする。

#### 【0013】

【作用】本発明においては、モータの出力変化の低周波成分に基づき目標発電量が決定され、決定された目標発電量に基づき発電機出力、ひいてはエンジン回転数が目標制御される。従って、前の周期で求めた平均モータ出力を次の周期にて制御目標として使用する場合と異なり、アクセル操作に伴うモータ出力変化がより迅速に発電制御に反映する。この結果、ドライブフィーリングが改善され、第3の要請が満足される。また、モータの出力変化の高周波成分は発電制御に関係しないから、エンジン回転数の急激な変化が防がれ、第2の要請が満足される。さらに、目標発電量は、制御に使用するのに先立ちSOC変化の低周波成分に基づく修正を受ける。従って、SOCの変化に応じて発電機出力が変化するから、第1の要請が満足される。

【0014】本発明においては、モータが停止した時点のSOCからその変化の低周波成分が検出される。すなわち、モータが停止していればSOCに変化は生じないから、モータが停止した時点のSOCに基づき低周波成分を、比較的簡素な構成にて検出することが可能である。

【0015】本発明においては、さらに、モータの出力変化の低周波成分を検出する際の遮断周波数に比べ、電

池のSOC変化の低周波成分を検出する際の遮断周波数が低く設定される。すなわち、SOCの変化に対しては発電機出力が鈍感となりモータ出力の変化に対しては敏感となるよう、各遮断周波数が設定される。このように、SOCの変化に対する発電機出力の応答を鈍くすることにより、ドライブフィーリングを損なうことなく、SOCに応じた発電制御を実行可能になる。

【0016】本発明においては、そして、モータの出力変化の低周波成分を検出する際の遮断周波数が、モータの出力変化が急峻である場合には高く、緩慢である場合には低く設定される。すなわち、モータの出力変化が急峻である場合にも発電機出力がこれに追従していけるよう、上記遮断周波数が変更設定される。このような設定により、瞬時のモータ出力と発電機出力の差が生じにくくなり、第1の要請に応える発電制御となる。

#### 【0017】

【実施例】以下、本発明の好適な実施例について図面に基づき説明する。

【0018】図1には、本発明の実施に適するシステムの構成が示されている。この図に示されるシステムはSHVの駆動装置及びその制御回路である。車両走行用のモータ10は三相交流モータであり、その出力軸は減速機12等を介してタイヤ14に連結されている。モータ10の電力源は電池16及び発電機18であり、電池16の放電出力及び発電機18の発電出力はいずれもインバータ20により三相交流に変換された上でモータ10に供給され、駆動電力となる。

【0019】インバータ20の動作は、EVECU（車両電子制御ユニット）22により制御されている。すなわち、EVECU22は車両操縦者のアクセル操作やブレーキ操作に応じて、またモータ10の回転数を監視しながら、モータ10に対するトルク指令を決定し、決定したトルク指令に基づきインバータ20にスイッチング信号を与える。この制御の結果、モータ10の出力トルクはトルク指令、すなわちアクセル操作等に応じた値となり、モータ10の出力はトルク指令に回転数を乗じた値となる。

【0020】一方、発電機18は、エンジン24によって駆動される。発電機ECU26は、通常のエンジン回転数では、発電機18の発電出力をその界磁電流の制御により制御する。エンジン24はWOTにて運転されるため、発電機18の発電出力が変化するとこれに応じてエンジン回転数が直線的に変化する。発電機ECU26は、WOTラインから外れたほうがエンジン24の効率がよくなるような出力領域では、発電機18の界磁電流と共にエンジン24のスロットル28の開度を制御する。EFI ECU30は、エンジン24のEFI（電子燃料噴射）装置32の動作を制御し、エンジン回転数等の情報を発電機ECU26に供給する。

【0021】発電機ECU26は、EVECU22が求

5

めたモータ出力 $P_M$ 及び電池ECU34が求めた電池16の充電状態(SOC) $B_s$ に基づき、エンジン回転数の制御目標値(エンジン回転数指令値) $N_E$ やスロットル開度の制御目標値(スロットル開度指令値) $\theta_{SLT}$ を決定する。発電機ECU26は、決定した $N_E$ に応じた値の界磁電流を発電機34に供給し、決定した $\theta_{SLT}$ に基づきスロットル28の開度を制御する。なお、EVECU22は、アクセル開度又はトルク指令とモータ回転数を乗ずることにより、あるいはモータ10の電圧及び電流を検出し両者を乗ずることにより、 $P_M$ を求める。電池ECU34は、電池16の充放電電流量の積算等により $B_s$ を求める。

【0022】図2には、図1の構成における発電機ECU26の動作の流れが示されている。この図に示されるように、発電機ECU26は、所定の初期化処理を実行した後(101)、エンジン24を起動し(102)、発電制御を開始する。電池ECU34により検出される $B_s$ が所定の上限値より大きい場合や(103)、モータ回転数として検出される車速 $V$ が微小値 $V_0$ より小さい場合には(104)、発電機ECU26は電池16が過充電状態である又は車両が停止中であるとみなし、エンジン24の回転数がアイドル回転数となるよう界磁電流等の制御を行う(109)。

【0023】電池16が過充電状態でもなく車両が停止中でもない場合、発電機ECU26は、 $P_M$ を実現するための目標発電量 $P_A$ の演算(105)及び $B_s$ を維持するための目標発電量 $P_B$ の演算(106)を実行し、目標発電量 $P_{GEN} = P_A + P_B$ を決定する(107)。発電機ECU26は、決定した $P_{GEN}$ を、マップ等を用いて $N_E$ 及び $\theta_{SLT}$ に変換し(108)、これを出力する(110)。発電機ECU26は、この後図示しないキースイッチが操縦者等によりオフされるまでは以上の動作を繰り返し(111)、キースイッチがオフされると所定の終了処理を実行する(112)。

【0024】本発明において特徴的な構成は、ステップ105~108の処理にある。図3には、本発明の第1実施例における発電機ECU26の機能の概要が示されている。

【0025】この実施例においては、発電機ECU26は、図4(a)に示されるように激しく時間変動する $P_M$ を例えば3Hz程度の遮断周波数にて低域通過濾波する(201)。これにより得られるのは図4(b)に示されるような低周波成分 $P_M^*$ である。発電機ECU26は、図5に示されるマップを $P_M^*$ にて参照することにより、 $P_A$ を決定する(202)。このようにして、ステップ105の処理が実行される。

【0026】発電機ECU26は、一方で、図4(c)に示されるように緩やかに時間変動する $B_s$ を例えば0.001Hz程度の遮断周波数にて低域通過濾波する(203)。これにより得られるのは図4(d)に示さ

6

れるような低周波成分 $B_s^*$ である。発電機ECU26は、図6に示されるマップを $B_s^*$ にて参照することにより、 $P_B$ を決定する(204)。このようにして、ステップ106の処理が実行される。

【0027】発電機ECU26は、このようにして得られる $P_A$ に $P_B$ を加算し $P_{GEN}$ を決定する(205)。これによりステップ107の処理が実現される。発電機ECU26は、図7に示されるマップを $P_{GEN}$ にて参照することにより $N_E$ を決定し、 $P_{GEN}$ が6kW以下の場合には同時に $\theta_{SLT}$ をも決定する(206)。これによりステップ108が実現され、エンジン回転数は図4(e)に示されるような変動を見せる。

【0028】従って、本実施例によれば、前述の第1乃至第3の要請をいずれも満たすことができる。すなわち、 $B_s$ を低域通過濾波した結果に基づき $P_B$ を決定しているため、 $B_s$ の変化を発電制御に反映でき、第1の要請に応え $B_s$ を所定範囲内に管理できまた電力効率を改善できる。その際、 $B_s$ の遮断周波数が $P_M$ の遮断周波数より十分低いため、 $B_s$ 変化によるエンジン回転数の急変、ひいてはエミッションや燃費の劣化や、ドライブフィーリングの悪化も生じない。また、 $P_M$ を低域通過濾波した結果に基づき $P_A$ を決定しているため、エンジン回転数の変化を緩慢にすることができ、第2の要請に応えエミッションや燃費を改善すると共に、第3の要請に応えドライブフィーリングを改善できる。

【0029】図8には、本発明の第2実施例における発電機ECU26の機能構成が示されている。この実施例では、車両が停止したときの $B_s$ が発電機ECU26により記憶され(207)、その時系列的变化から $B_s^*$ が検出される。このような処理を採用することにより、発電機ECU26において実行すべき低域通過濾波処理を第1実施例に比べ少なくすることができるから、発電機ECU26の処理負担が軽減され、より簡素な装置構成及び処理機能となる。また、このような処理は、都市内走行のように比較的頻繁に停車する際有効である。なお、車両が停止した時の $B_s$ としては、電池16への充放電電流の積算以外に、その時の電池の電圧値で代用することも可能である。

【0030】図9には、本発明の第3実施例における発電機ECU26の機能構成が示されている。この実施例では、 $P_M$ の時間変化 $dP_M/dt$ が発電機ECU26により検出され、 $dP_M/dt$ が小さい場合には遮断周波数が低くなるよう、大きい場合には高くなるよう、 $P_M$ を濾波する際のフィルタ係数 $k_A$ が設定される(208)。このようにすると、 $P_M$ が急激に変化した場合にこれに追従し、電池16からの持ち出しを防ぐことができる。

【0031】なお、各マップの内容は任意に設計できる。

【0032】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、モータの出力変化の低周波成分に基づき目標発電量を決定し、SOC変化の低周波成分に基づく修正を施した上で目標発電量に基づき発電機出力、ひいてはエンジン回転数を目標制御するようにしたため、アクセル操作に伴うモータ出力変化がより迅速に発電制御に反映し、ドライブフィーリングがよくなる。また、モータの出力変化の高周波成分は発電制御に関係しないから、エンジン回転数が急激に変化せず、エミッションや燃費を改善できる。さらに、SOCの変化に応じて発電機出力が変化するから、電池のSOCを維持して寿命を延長し、また電池の充放電の頻度を低減して電力効率を改善できる。

【0033】また、本発明によれば、モータが停止した時点のSOCからその変化の低周波成分を検出するようにしたため、比較的簡素な構成乃至処理にて当該低周波成分を検出できる。

【0034】本発明によれば、さらに、モータの出力変化の低周波成分を検出する際の遮断周波数に比べ、電池のSOC変化の低周波成分を検出する際の遮断周波数を低く設定したため、SOCの変化に対する発電機出力の応答を鈍くすることができ、ドライブフィーリングを損なうことなくSOCに応じた発電制御を実行可能になる。

【0035】本発明によれば、そして、モータの出力変化の低周波成分を検出する際の遮断周波数を、モータの出力変化が急峻である場合には高く、緩慢である場合には低く設定するようにしたため、このような設定により、瞬時のモータ出力と発電機出力の差が生じにくくなり、電池のSOCを維持して寿命を延長し、また電池の充放電の頻度を低減して電力効率を改善できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】システム構成の一例を示すブロック図である。

【図2】発電機ECUの動作の流れを示すフローチャートである。

【図3】第1実施例における発電機ECUの機能構成を示すブロック図である。

【図4】この実施例の効果を示す図である。

【図5】モータ出力を賄うための目標発電量を決定するマップの一例を示す図である。

【図6】電池の充電状態を維持するための目標発電量を決定するマップの一例を示す図である。

【図7】目標発電量をエンジン回転数に変換するマップの一例を示す図である。

【図8】第2実施例における発電機ECUの機能構成を示すブロック図である。

【図9】第3実施例における発電機ECUの機能構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

10 モータ

16 電池

18 発電機

24 エンジン

26 発電機ECU

$P_M$  モータ出力

$B_S$  電池の充電状態

$P_M^*$   $P_M$  の低周波成分

$B_S^*$   $B_S$  の低周波成分

$P_A$ ,  $P_B$ ,  $P_{GEN}$  目標発電量

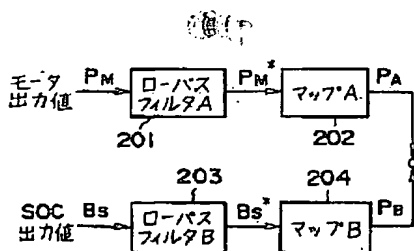
$N_E$  エンジン回転数指令値

30  $k_A$  フィルタ係数

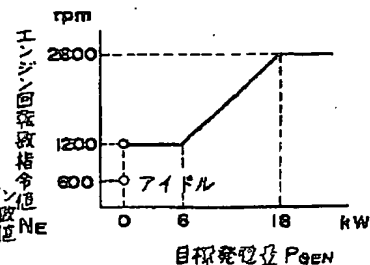
【図3】

【図7】

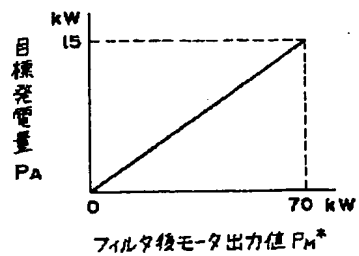
第1実施例における発電機ECUの機能



出力→回転数変換マップの一例



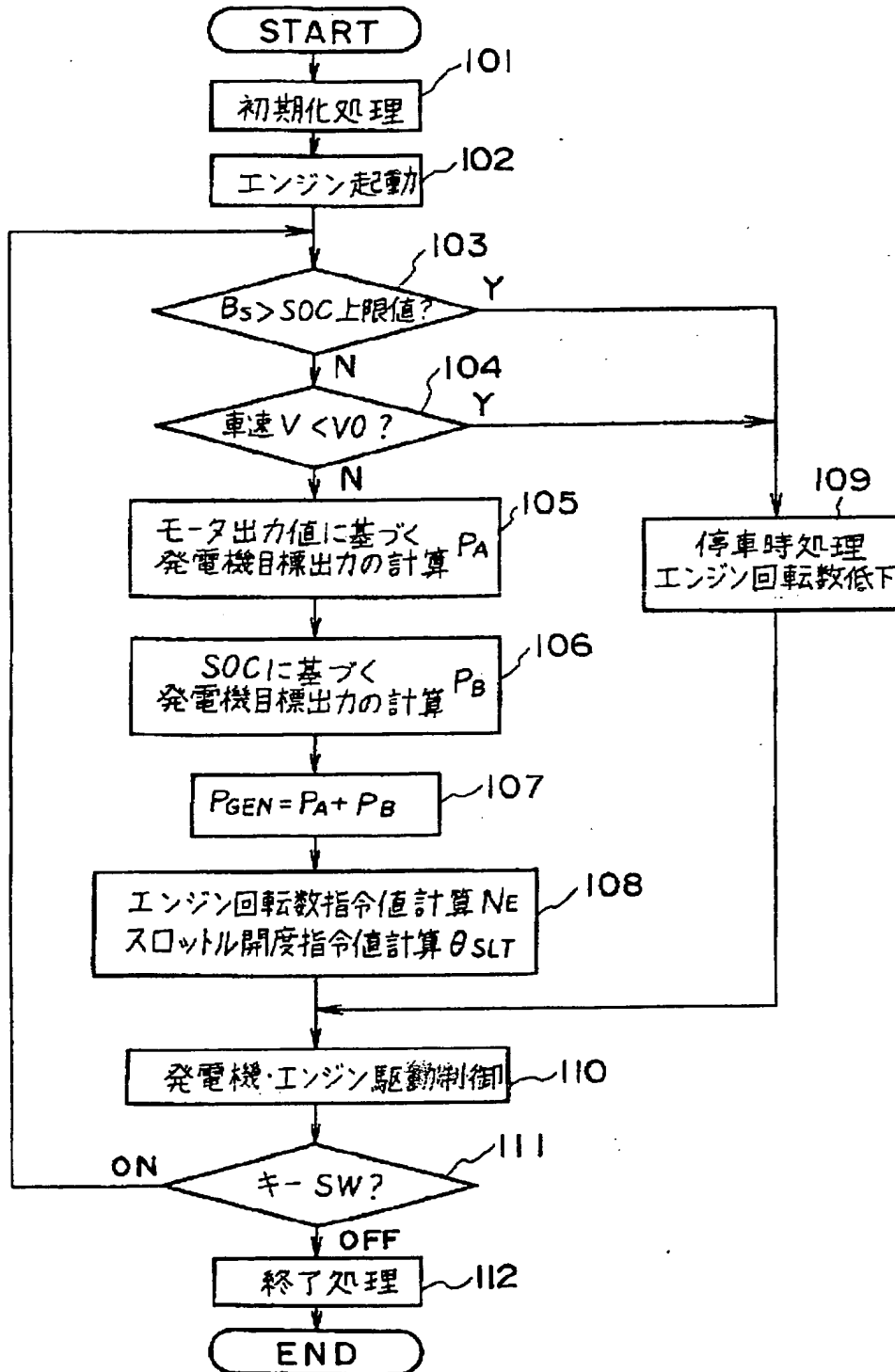
## システム構成



フィルタ後SOC $B_s^*$	B 標充電電量 $P_a$ (kW)
60	12
70	10
75	6
80	6

【図2】

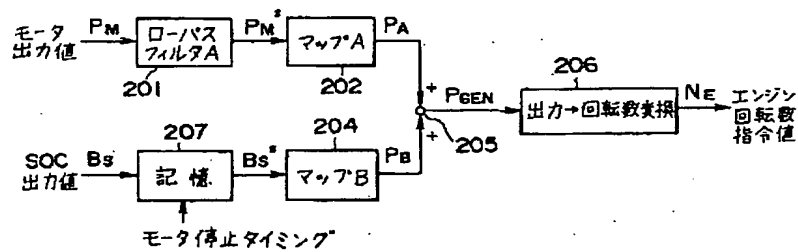
## 発電機ECUの動作の流れ





【図8】

## 第2実施例における発電機 ECU の機能



【図9】

## 第3実施例における発電機 ECU の機能

